

# **ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ О-ФАЗЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

**Хаджиева О.Г., Горбачева Н.Н., Гриб С.В.**

*Руководитель - доц. канд. техн. наук. Илларионов А.Г.*

ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург, e-mail: [tofm@mail.ustu.ru](mailto:tofm@mail.ustu.ru)

Для жаропрочных сплавов титана, к которым относятся и О- сплавы на основе интерметаллида  $Ti_2AlNb$ , использование водорода может быть перспективным для повышения пластических свойств в результате водородного пластифицирования за счет увеличения в структуре объемной доли  $\beta$ - фазы. Это является достаточно актуальной задачей, так как эти сплавы планируется использовать для получения волокнистых композитов, у которых матрицей должен служить О- сплав, в процессе производства раскатываемый в фольгу с применением прокатки как в горячем, так и в холодном состоянии. Данная работа направлена на изучение влияния водорода при различных режимах термической обработки на формирование структуры и свойств О- сплава  $Ti-24,3Al-24,8Nb-1,0Zr-1,4V-0,6Mo-0,3Si$  % (ат.). Исследования проводились на сплаве в литом и наводороженном состоянии с 5,2 и 8,5 (ат.) % водорода. Термическая обработка сплава включала в себя закалку с 900 °С и старение при температурах 600 и 700 °С в течение 1, 2 и 4 часов.

Методом рентгенографии установлено, что в структуре закаленного сплава с 8,5 ат.% водорода сохраняется до 30% объемной доли  $\beta$  –фазы, в то время как в сплаве без водорода объемная доля  $\beta$  –фазы составляет около 15%. При этом снижения дюрометрических характеристик сплава в результате введения водорода не наблюдается, по-видимому, из-за компенсации пластифицирующего эффекта твердорастворным упрочнением за счет легирования водородом. С увеличением содержания водорода в сплаве растут периоды решеток  $\beta$ - и О-фаз: например,  $a_\beta$  равен 0,3254 нм в сплаве без водорода и 0,3279 нм в сплаве с 8,5 ат. % водорода. Следует отметить большее увеличение объема элементарной ячейки  $\beta$ - фазы, приходящейся на один атом, по сравнению с О- фазой, очевидно, из-за большей растворимости водорода в  $\beta$ - фазе (Рис. 1).

В ходе старения сплава без водорода при 600 °С с увеличением времени выдержки период решетки  $\beta$ - фазы растет, что связано с процессами распада и выделения О- фазы. Значения микротвердости незначительно повышаются с 4270 МПа до 4630 МПа, это свидетельствует о слабой интенсивности распада. Увеличение температуры старения до 700 °С активизирует процессы распада и выделения О- фазы и обеспечивает более значительное повышение периода  $\beta$ - фазы и рост дюрометрических характеристик до 4720 МПа.

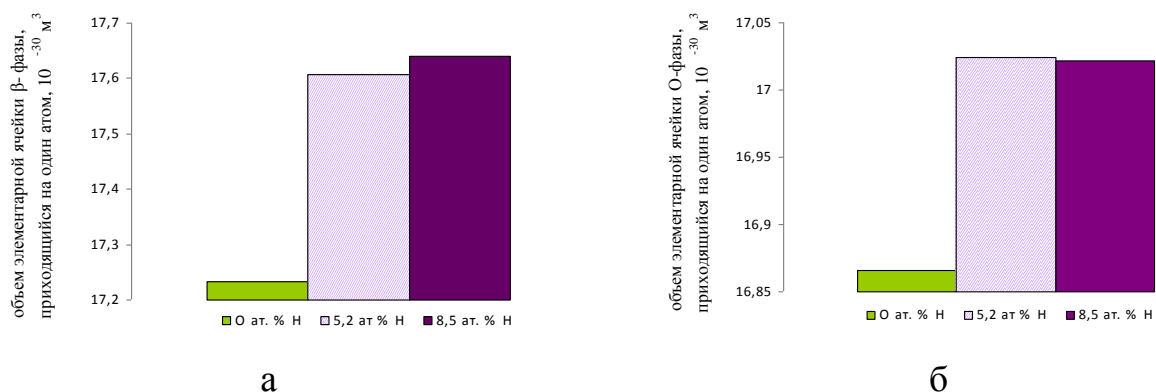


Рис. 1 Изменение объема элементарной ячейки фаз, приходящейся на один атом, в зависимости от содержания водорода в сплаве: а)  $\beta$ - фазы; б) О- фазы

Следует отметить, что в ходе старения при обеих температурах с увеличением времени выдержки наблюдается и незначительное увеличение объема элементарной ячейки О- фазы, приходящегося на один атом.

В сплавах с водородом описанные выше закономерности подобны наблюдаемым в сплаве без водорода, но изменение периода решетки  $\beta$ - фазы более значительно, так как распад протекает более интенсивно и водород активно вытесняется в  $\beta$ -твердый раствор. Величина изменения периода  $a_{\beta}$  после старения как при  $600^\circ\text{C}$ , так и при  $700^\circ\text{C}$  примерно одинакова.

Поскольку в сплавах с водородом распад происходит более активно, особенно после выдержек свыше 1 часа упрочнение, наблюдаемое в ходе старения, выше, чем в сплавах без водорода, о чем свидетельствуют более высокие значения микротвердости (Рис. 2).

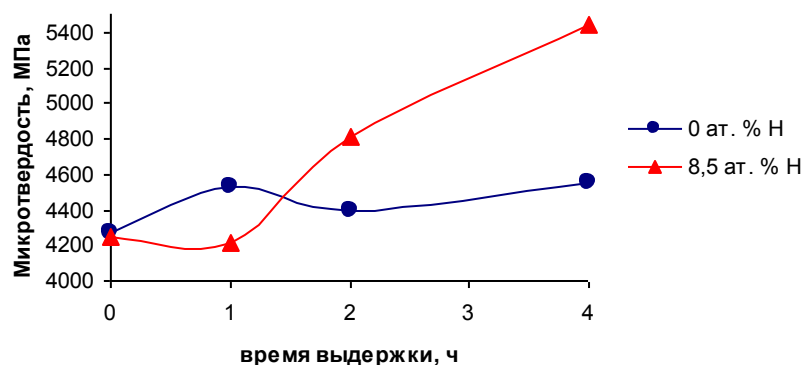


Рис. 2 Влияние содержания водорода на микротвердость сплава после старения при  $600^\circ\text{C}$

При повышении температуры старения до  $700^\circ\text{C}$  распад начинается раньше, чем при  $600^\circ\text{C}$ , и проходит более полно, в результате чего максимальное значение микротвердости достигается раньше (Рис. 3). После выдержки в течение четырех часов при  $700^\circ\text{C}$  наблюдается развитие

процессов коагуляции продуктов распада, способствующее снижению микродюрометрических характеристик.

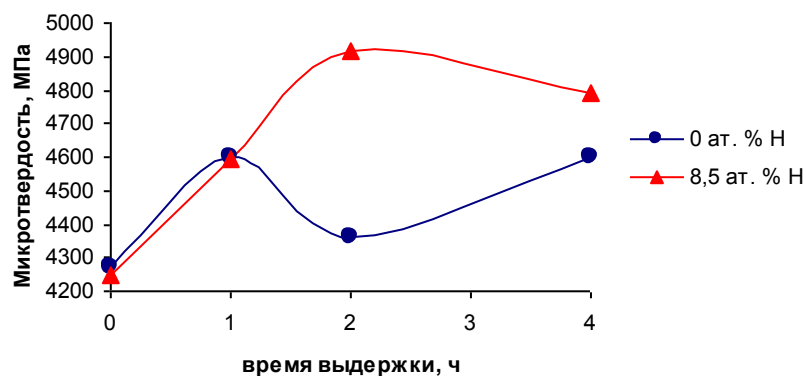


Рис. 3 Влияние содержания водорода на микротвердость сплава после старения при 700 °С

Таким образом, введение водорода в сплав на основе О-фазы способствует получению большей объемной доли  $\beta$ - фазы после закалки и активизации процессов распада при последующем старении.

*Работа выполнена в соответствии с Государственным контрактом Федерального агентства по науке и инновациям № 02.740.11.0160*